

(12) NACH DEM VERTRAG VOM 25. SEPTEMBER 1970 UER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/020931 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F41H 3/02**, B32B 15/14, 5/00, A41D 31/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002870

(22) Internationales Anmeldedatum: 28. August 2003 (28.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 102 40 802.5 30. August 2002 (30.08.2002) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): W.L. GORE & ASSOCIATES GMBH [DE/DE]; Hermann-Oberth-Strasse 22, 85640 Putzbrunn (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): SCHOLZ, Hermann [DE/DE]; Käuzchenweg 3, 85521 Ottobrunn (DE).

(74) Anwalt: HIRSCH, Peter; Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, Winzererstrasse 106, 80797 München (DE).

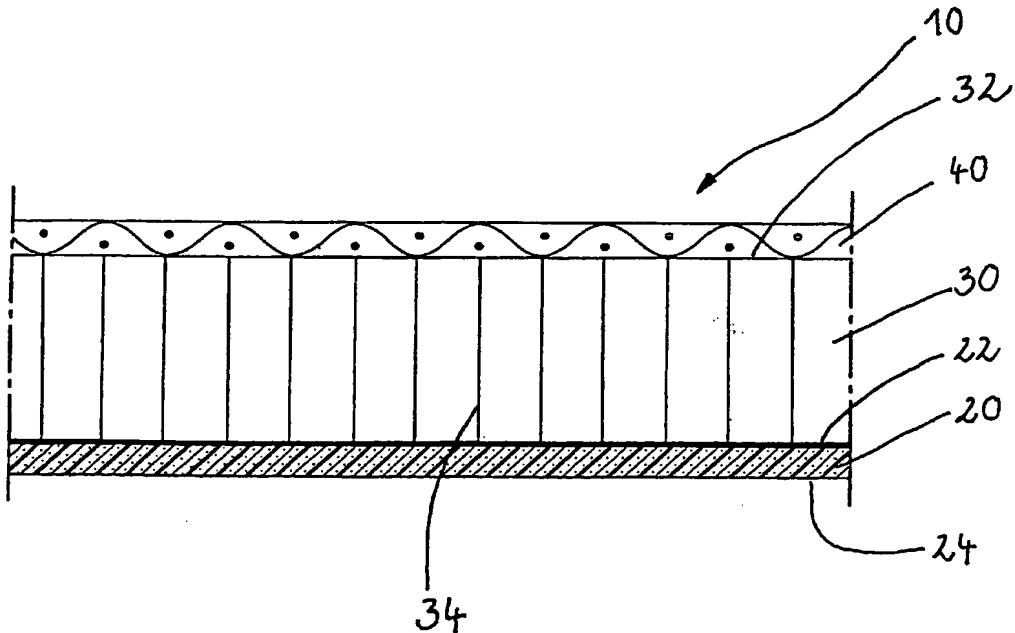
(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent, (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INFRARED-REFLECTING COVERING MATERIAL

(54) Bezeichnung: INFRAROT REFLEKTIERENDES ABDECKMATERIAL



(57) Abstract: The invention relates to a drapable, infrared-reflecting material (10) for items of clothing. Said infrared-reflecting material (10) consists of a metallised layer which is permeable to water vapour, and an air-permeable, drapable, convective layer (30) which is arranged on said metallised layer (20) and has a three-dimensional permeable structure. The outer surface (32) of the convective layer (30), opposing the metallised layer (20), is formed by an air-permeable textile fabric (40). The convective layer (30) causes thermal convection of temperatures reflected by the metallised layer (20), in such a way as to adapt the outer surface of the convective layer to the ambient temperature.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Ein Erfindung beschreibt ein drapierfähiges IR reflektierendes Material (10) für Bekleidungsstücke. Das IR reflektierende Material (10) weist eine wasser dampfdurchlässige, metallisierte Lage (20) und eine darauf angeordnete, luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage (30) mit einer dreidimensionalen durchströmbarer Struktur auf. Die äußere Oberfläche (32) der konvektiven Lage (30), die entgegengesetzt zur metallisierten Lage (20) liegt, wird von einem luftdurchlässigen Flächengebilde (40) gebildet. Die konvektive Lage (30) bewirkt eine Wärmekonvektion von durch die metallisierte Lage (20) reflektierten Temperaturen um die äußere Oberfläche der konvektiven Lage der Umgebungstemperatur anzugeleichen.

INFRAROT REFLEKTIERENDES ABDECKMATERIAL

Die Erfindung betrifft elektromagnetische Strahlen reflektierende und durchlassende Materialien zur Tarnung gegen Wärmebildgeräte und die Verwendung dieser Materialien in wasserdichten, winddichten aber wasserdampfdurchlässigen Bekleidungsstücken.

Geräte, die Wärmestrahlung nachweisen, sind allgemein bekannt. Die Strahlen von einem menschlichen Körper oder von anderen Objekten können durch Infrarot (IR) - nachweisende Geräte leicht festgestellt werden. Diese Geräte arbeiten in atmosphärisch durchlässigen Fenstern von $3\text{-}5\mu\text{m}$ und $8\text{-}12\mu\text{m}$. Eine IR-Abbildung außerhalb dieser Fenster ist aufgrund der Absorption in der Atmosphäre praktisch nicht möglich. Bei mit diesen Geräten erhaltenen Abbildungen erscheinen Objekte mit hohem Emissionsgrad und Objekte mit einer höheren Temperatur im Verhältnis zum Hintergrund als helle Silhouetten. Das beruht auf der emittierenden Energie dieser Objekte. Die emittierende Energie beruht auf der Gleichung:

$$W = \varepsilon\sigma T^4$$

worin W = emittierte Leistung in W/m^2 , ε = Emissionsgrad, σ = Stephan-Boltzmann-Konstante und T = Temperatur in Kelvin sind.

Durch diese Gleichung kann man erkennen, dass es zwei mögliche Varianten gibt, ein Wärmebild zu dämpfen: die Verwendung von Materialien mit geringem Emissionsgrad auf der Außenoberfläche oder eine Verringerung der Außentemperatur. Ein typischer Versuch besteht darin, auf der Außenoberfläche Materialien mit geringem Emissionsgrad zu verwenden und diese Oberfläche mit geringem Emissionsgrad dann mit Materialien zu beschichten, die bei IR-Wellenlängen transparent, jedoch optisch undurchlässig sind, wodurch eine visuelle Tarnung bereitgestellt wird. Der zweite Versuch besteht in der Verwendung einer Wärmeisolation, um die Temperatur der Außenoberfläche zu verringern. Eine weitere Möglichkeit besteht in einer Kombination dieser Verfahren.

Es ist schon lange ein erwünschtes Ziel, Materialien zu entwickeln, die Personen oder Geräte vor einer elektromagnetisch, und insbesondere infrarot, nachweisenden Ausrüstung schützen, ohne das die Beweglichkeit der Personen oder der Geräte beeinträchtigt wird.

Vom physiologischen Standpunkt ist es erwünscht, die Wärmebelastung einer Person die IR-Tarnkleidung trägt, möglichst deutlich zu verringern. Das kann dadurch erreicht werden, dass das Kühlen des Körpers durch Verdampfen verbessert wird, indem der Dampf leicht durch die IR-Tarnkleidung hindurch gelangen kann, und indem das Gewicht und die Dicke der gesamten Wärmetarnpackung verringert wird.

Die EP 1 096 604 A1 beschreibt einen atmungsfähigen Verbundaufbau zum Schutz gegen elektromagnetische Hochfrequenzfelder. Dies wird unter anderem durch die mit einer Silberschicht ummantelten Polyamidfasern oder -garne erreicht. Direkt über der Silberschicht wird ein Tarndruck aufgebracht. Anschließend wird eine Polydimethylsiloxan-Polyacrylat-Schicht abschließend außenseitig aufgebracht. Auf der späteren Innenseite einer aus diesem Material hergestellten Schutzbekleidung wird eine atmungsaktive, wasserabweisende und winddichte Membrane wie z.B. aus Polyester, Polyurethan oder PTFE-Membrane, befestigt. In einer Ausführung wird eine Polyestermembrane mit einer Aluminiumbedampfung versehen. Die vielen Schichten dieses Verbundaufbaues bewirken allerdings eine Verschlechterung der Wasserdampfdurchlässigkeit. Insbesondere eine metallisierte Polyestermembrane weist aufgrund ihrer metallisch bedampften monolytischen Struktur keine nennenswerte Atmungsfähigkeit auf.

In der EP 1 136 785 A2 wird ein Tarnunterstand mit einer faltbaren, selbsttragenden Unterkonstruktion beschrieben. Der Tarnunterstand weist ein faltbares, selbsttragendes Netzwerk aus Stangen auf. Auf die äußeren Spitzenpunkte dieses Netzwerkes wird ein Tarnnetz beispielsweise nach der EP 1 096 604 A1 aufgelegt. An den inneren Anlagepunkten des Netzwerkes kann zusätzlich eine Zeltplane oder eine entsprechende, gegen Niederschläge und Witterungseinflüsse schützende Schicht vorgesehen sein. Als Zeltplane oder schützende Schicht kann auch ein Material nach der EP 1 096 604 A1 eingesetzt werden. Aufgrund dieser geometrischen Anordnung ist sichergestellt, dass immer ein Abstand des Tarnnetzes zu dem zu tarnenden Gegenstand besteht. Dieser Freiraum ermöglicht einen konvektiven Wärmeaustausch zwischen der Außen- und der Innenseite, welcher zur Tarnung gegen Wärmebildgeräte dienlich ist. Der im vorstehenden Patent beschriebene Tarnunterstand ist für solche Zwecke akzeptabel, bei denen eine starke Flexibilität und Mobilität nicht notwendig ist, zum

Beispiel als Abdeckung für stationäre Objekte. Dieser Tarnunterstand hat jedoch viele Nachteile, wenn er dazu verwendet werden soll, eine einzelne Person vor einem Wärmebild zu schützen, ohne deren Beweglichkeit einzuschränken. Die wichtigsten dieser Nachteile sind das fehlende Drapiervermögen, eine geringe
5 Wasserdampfdurchlässigkeit und das Gewicht.

Die US 5,750,242 beschreibt ein IR-reflektierendes Material mit einer mikroporösen, luftdurchlässigen, wasserdampfdurchlässigen und wasserbeständigen, metallisierten Membran, wobei das Metall eine diskontinuierliche Schicht auf der Oberfläche und den
10 benachbarten Porenwänden der mikroporösen Membrane bildet, so dass bei Betrachtung von oberhalb der Oberfläche der Membrane das Metall kontinuierlich erscheint.

In der US 5,999,175 wird ein verbessertes IR-reflektierendes Material nach der US
15 5,750,242 beschrieben. Die Verbesserung besteht darin, dass die metallische Beschichtung mit einer oleophoben Beschichtung versehen ist. Damit wird erreicht, dass die Membrane gegen Verschleiß und chemischen Angriff geschützt ist.

Nachteilig an den beiden in den US-Patenten beschriebenen Materialien ist ihr
20 Verhalten bei sehr klaren Wetterverhältnissen wie beispielsweise in einer klaren kalten Nacht oder an einem klaren sonnigen Tag. Unter diesen Bedingungen kommt es zu einer Sonnenreflexion und/oder „cold space“(kalte Himmelsreflexion) -Reflexion auf der Oberfläche der Materialien. Das bedeutet, dass Umgebungstemperaturen wie eine sehr warme (Sonne) oder sehr kalte („cold space“) Temperatur von der Metallschicht
25 vom Körper wegreflektiert wird und eine Erwärmung oder Abkühlung der Oberfläche der Materialien bewirkt. Das führt zu einer Temperaturdifferenz zwischen der Umgebung und der zu tarnenden Person. Somit zeigt die Oberfläche der zu tarnenden Person eine wärmere oder kältere Temperatur als die Umgebung auf, was wiederum ein Erkennen der Person mit Wärmebildgeräten ermöglicht.

30

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes IR-reflektierendes Material bereitzustellen, welches eine hohe Leistung bei der thermischen Tarnung aufweist bei gleichzeitiger Verringerung der Sonnen- und/oder „cold space“- Reflexion.

Eine weitere Aufgabe ist es ein verbessertes IR-reflektierendes Material bereitzustellen, das zu einem typischen Kleidungsstück verarbeitet oder zum Abdecken von Objekten verwendet werden kann und das zum Maskieren oder Unterdrücken eines Wärmebildes im (mittleren oder fernen) IR-Bereich, insbesondere bei einem klaren sonnigen Tag

5 oder einer klaren Nacht, verwendet werden kann, ohne dass die Effektivität der sichtbaren Tarnung und der Tarnung im nahen IR Bereich oder der Komfort, die Effektivität und Mobilität einer Person verlorengehen.

Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein IR reflektierendes Material mit einer hohen Wasserdampfdurchlässigkeit und gleichzeitiger Wasserdichtheit

10 bereitzustellen.

Eine weitere Aufgabe ist es, ein verbessertes IR-reflektierendes Material bereitzustellen, dass ein geringes Volumen und Gewicht aufweist und flexibel, faltbar und leicht verpackbar ist.

15 Die Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Material gelöst, welches eine wasserdampfdurchlässige, metallisierte Lage und eine luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage mit einer dreidimensional durchströmbarer Struktur aufweist, wobei die konvektive Lage auf mindestens einer Seite der metallisierten Lage angeordnet ist. Die metallisierte Lage unterdrückt die Wärmeabbildung der Objekte darunter oder

20 hinter der metallisierten Membrane, indem die Wärme, welche der Körper abstrahlt, von der Metallschicht in Körperrichtung zurückreflektiert wird. Gleichfalls reflektiert die Metallschicht die Temperatur der Umgebung vom Körper weg.

In einer Ausführungsform weist die metallisierte Lage ein metallisiertes Textil auf.

In einer anderen Ausführungsform weist die metallisierte Lage eine

25 wasserdampfdurchlässige metallisierte Membrane auf, vorzugsweise ist die Membrane wasserdicht. Membranen haben den Vorteil, dünne, leichte, flexible und drapierfähige Materialien zu sein. Damit sind sie besonders für Bekleidung geeignet. Die Wasserdampfdurchlässigkeit und die gleichzeitige Wasserdichtheit der Membrane bieten dem Träger dieser Materialien sehr guten Tragekomfort.

30 Besonders bevorzugt ist eine wasserdampfdurchlässige, mikroporöse, metallisierte Membrane mit einer oberen Membranoberfläche, einer unteren Membranoberfläche und dazwischenliegenden Poren, wobei ein Metall eine diskontinuierliche Schicht auf mindestens einer der Oberflächen und auf den zur Oberfläche freiliegenden

oberflächennahen angrenzenden Porenwänden der Membrane bildet. Somit bleiben die Poren für einen Wasserdampftransport offen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Metallschicht nur auf der oberen Membranoberfläche und freiliegenden oberflächennahen Abschnitten angeordnet. Vorzugsweise ist die Membrane mit einem textilen Trägermaterial verbunden.

Die Verwendung von mikroporösen metallisierten Membrane hat mehrere Vorteile: 1. Dadurch, dass das Metall in der dreidimensionalen Struktur der mikroporösen Membrane bei Betrachtung von oberhalb der Membranoberfläche kontinuierlich erscheint, ist eine IR Reflektion für eine ausreichende Wärmebildtarnung erreicht. 2. Durch die diskontinuierliche Metallisierung bleibt die Porosität des mikroporösen Materials erhalten. Damit können große Mengen an Wasserdampf durch die Membrane penetrieren, was zu einer Verringerung des Wärmestresses des Trägers führt. Die reflektierte Wärme wird durch den natürlichen Prozess des Schwitzens vom Körper abgeführt.

In einer Ausführungsform ist mindestens die metallisierte Oberfläche der mikroporösen Membrane mit einem oleophoben Material beschichtet. Dabei bleiben die Poren für den Wasserdampftransport offen. In einer weiteren Ausführungsform bedeckt die oleophobe Schicht die oberen und die unteren Membranoberflächen und die, die Poren der Membrane bildenden Wände. Die oleophobe Behandlung schützt die Metallschicht vor Oxidation, Verschleiss und chemischen Angriff.

Die konvektive Lage ist luftdurchlässig, drapierbar und weist eine dreidimensional durchströmbar Struktur auf. Vorzugsweise ist die konvektive Lage auf der oberen Oberfläche der metallisierten Lage angeordnet. Wird aus dem erfindungsgemäßen Material ein Bekleidungsstück hergestellt, dann ist mit der oberen Oberfläche die zur Außenseite, dass heißt die zur Umgebung gerichtete Oberfläche der metallisierten Lage gemeint.

In einer weiteren Ausführungsform ist eine konvektive Lage jeweils auf der oberen und der unteren Oberfläche der metallisierten Lage angebracht. Mit dieser Maßnahme kann eine geregelte Temperatur auf beiden Oberflächen der metallisierten Lage eingestellt werden, was vorteilhaft für die IR Reflektion des erfindungsgemäßen Materials als auch für das Komfortverhalten für den Träger ist.

Die konvektive Lage weist eine obere Lagenoberfläche auf, welche der der metallisierten Lage gegenüberliegende Oberfläche der konvektiven Lage entspricht. In einem Bekleidungsstück bedeutet die obere Lagenoberfläche die äußere Oberfläche der konvektiven Lage. In einer Ausführungsform ist auf der oberen Lagenoberfläche ein

5 sehr luftdurchlässiges Flächengebilde angeordnet. In einer anderen Ausführungsform ist das luftdurchlässige Flächengebilde Bestandteil der konvektiven Lage und bildet selbst die obere Lagenoberfläche. Dieses Flächengebilde schützt die konvektive Lage vor mechanischer Beschädigung, Abrieb und dient der Zu- und Abfuhr von Luft.

Vorzugsweise ist das Flächengebilde für IR-Wellen transparent. In einer

10 Ausführungsform ist das Flächengebilde für IR-Wellen transparent und weist gleichzeitig Tarnfarben auf, die im sichtbaren Wellenlängenbereich liegen. Der IR Absorptionsgrad des Materials des luftdurchlässigen Flächengebildes als auch der Farbpigmente kann zur Einstellung der Emissivität des Gesamtsystems verwendet werden.

15

Die dreidimensionale Struktur bewirkt, dass Luft durch die konvektive Lage in x, y und z Richtung strömt und damit Wärme von der Oberfläche der metallisierten Lage aufnimmt und abtransportiert und die äußere Oberfläche der durchströmbarer Struktur damit eher die Umgebungstemperatur annimmt. Damit ist die konvektive Lage ein

20 Mittel zur Temperaturkontrolle und zum konvektiven Wärmeaustausch auf mindestens einer der Oberflächen der metallisierten Lage. Bei einem Bekleidungsstück mit dem erfindungsgemäßen Material führt das dazu, dass die Temperatur insbesondere auf der oberen Lagenoberfläche der konvektiven Lage ungefähr der Umgebungstemperatur entspricht.

25 Für einen ausreichenden konvektiven Wärmeaustausch weist die konvektive Lage eine Dicke von mindestens 2mm auf, vorzugsweise zwischen 2 bis 20mm auf. Vorzugsweise beträgt die Dicke 10mm. In einer Ausführungsform ist die konvektive Lage durch ein dreidimensionales Noppengewirke gebildet. Damit kann die Luft, durch die Anordnung der Noppen geführt, gleichmäßig über die Oberfläche der metallisierten Lage bzw.

30 zwischen metallisierter Lage und Flächengebilde strömen und Wärme aufnehmen. Anstelle eines Noppengewirkes können auch Abstandsgebilde, Schäume, wabenartige, rippenartige, befolkete oder netzartige dreidimensionale Strukturen verwendet werden. Wichtig ist, dass alle diese Strukturen eine ausreichende Luftdurchlässigkeit haben. Die

Luftdurchlässigkeit der konvektiven Lage beträgt in z-Richtung mindestens $100 \text{ l/m}^2\text{s}$ bei einem Druck von 10Pa und in lateraler, d.h. x- und y-Richtung mindestens $50 \text{ l/m}^2\text{s}$ bei einem Druck von 10Pa. Die dreidimensionale Struktur kann jede nur mögliche Form aufweisen, jedoch muß eine Durchströmbarkeit der Luft in jeder Richtung möglich sein. Erst damit wird erreicht, dass Luft über die gesamte Oberfläche der metallisierten Lage strömt und ein ständiger Austausch mit der Umgebungsluft stattfinden kann. Damit erfolgt eine Angleichung der äußeren Oberflächentemperatur der konvektiven Lage mit der Umgebungstemperatur und es verbleiben nur noch geringe Temperaturunterschiede. Auch in einer klaren Nacht oder einem sonnigen Tag wird die thermische Tarnung verbessert.

Von weiterem Vorteil ist, dass die konvektive Lage drapierfähig ist und damit für Bekleidungsstücke geeignet ist. Vorzugsweise ist die konvektive Lage aus textilen flexiblen Materialien gefertigt.

Insbesondere wird die Aufgabe durch ein Bekleidungsstück aus einem infrarot reflektierenden Material gelöst, wobei das infrarot reflektierende Material mindestens eine metallisierte wasserdampfdurchlässige Lage und mindestens einer luftdurchlässigen, drapierfähigen, konvektiven Lage mit einer dreidimensional durchströmbarer Struktur, wobei die konvektive Lage auf mindesten einer der Oberflächen der metallisierten Lage angeordnet ist.

Definitionen/Testbeschreibungen

Unter dem Begriff „drapierfähig“ sind die Eigenschaften flexibler Materialien zusammengefaßt, welche einen textilen Griff, Beweglichkeit, Anpassungsfähigkeit und Biegsamkeit umfassen und somit in Bekleidungsstücken und Abdeckhüllen verarbeitet werden können.

Unter „wasserdicht“ ist zu verstehen, dass ein Material einen Wassereingangsdruck von mindestens 0,13bar aushält. Vorzugsweise hält die metallisierte Lage einen Wassereingangsdruck von über 1bar aus. Der Wasserdruck wird gemäß Testverfahren gemessen, in dem destilliertes Wasser bei $20\pm2^\circ\text{C}$ auf einer Materialprobe mit einer Fläche von 100cm^2 zunehmend unter Druck gestellt wird. Der Wasseraufstiegsdruck

beträgt $60 \pm 3 \text{ cmH}_2\text{O}/\text{min}$. Der Wasserdruck ist dann der Druck, bei dem Wasser auf der anderen Seite der Probe erscheint. Die genaue Vorgehensweise ist in der ISO Norm Nr.811 aus dem Jahre 1981 geregelt.

5 Unter „oleophob“ ist zu verstehen, daß ein Material eine Ölabweisung von 1 oder mehr ausweist. Die Ermittlung des Ölwertes erfolgt nach der AATCC Testmethode 118-1983. Je höher der Ölwert ist, desto besser ist die Ölabweisung. Der Ölwert des Materials sollte 1 oder mehr, bevorzugt 2 oder mehr und am meisten bevorzugt 4 oder mehr betragen.

10

Unter „mikroporös“ ist ein Material zu verstehen, welches sehr kleine, mikroskopische Poren durch die innere Struktur des Materials aufweist und die Poren einen miteinander verbundene kontinuierliche Verbindung oder Pfad von einer Oberfläche zur anderen Oberfläche des Materials bilden. Entsprechend den Abmessungen der Poren ist das

15 Material somit durchlässig für Luft und Wasserdampf, Wasser kann jedoch nicht durch die Poren gelangen. Die Messung der Porengröße kann mit einem Coulter Porometer™ erfolgen, hergestellt bei Coulter Electronics, Inc., Hialeah, Fluoride.

Unter „wasserdampfdurchlässig“ wird ein Material definiert, das einen

20 Wasserdampfdurchgangswiderstand Ret von unter $150(\text{m}^2 \times \text{Pa})/\text{W}$ aufweist. Vorzugsweise weist die metallisierte Lage einen Ret von unter $20 (\text{m}^2 \times \text{Pa})/\text{W}$ auf. Die Wasserdampfdurchlässigkeit wird durch das Hohenstein MDM Dry Verfahren gemessen, welches in der Standard-Prüfvorschrift Nr. BPI 1.4 (1987) des Bekleidungsphysiologischen Instituts e.V. Hohenstein beschrieben wird.

25

Als „luftdurchlässig“ wird ein Material bezeichnet, das eine Luftdurchlässigkeit von mindestens $50 \text{l/m}^2\text{s}$ bei einem Luftdruck von 10 Pa aufweist, gemessen mit einem Luftporenprüfgerät von Textest Instruments (FX 3300), Zürich. Die Luftdurchlässigkeit wird in Anlehnung an ISO 9237 (1995) ermittelt.

30

Als „metallisiert“ wird ein Material bezeichnet, dass metallische Bestandteile enthält und somit eine IR Abschirmung ermöglicht. Eine Metallisierung kann jeweils auf einer

oder auf beiden Seiten des Materials als auch teilweise oder vollständige innerhalb der Materialstruktur erfolgen.

Unter „konvektive Lage“ wird ein Material verstanden, dass eine konvektive
5 Luftströmung zum Wärmeaustausch ermöglicht.

Die „infrarote“ Strahlung gehört zu den elektromagnetischen Wellen und beschreibt die
nichtsichtbare Wärmestrahlung.

Die Erfindung soll nun anhand von Zeichnungen näher erläutert werden:

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Materials

5 Fig.2 zeigt einen Querschnitt durch eine mikroporöse Membrane mit einer diskontinuierlichen metallischen Schicht

Fig.3 zeigt einen Querschnitt durch eine metallisierte Membrane, die auf ein Trägermaterial laminiert ist.

Fig.4 zeigt einen Querschnitt durch eine metallisierte Membrane, auf der eine oleophobe Schicht aufgebracht ist.

10 Fig.5 zeigt eine schematische Darstellung eines Noppengewirkes als luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage.

Fig.6 zeigt eine schematische Darstellung eines Abstandsgebildes als luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage.

15 Fig.7 zeigt eine schematische Darstellung einer befolkten metallisierten Lage als luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage.

Fig.8 zeigt ein Bekleidungsstück mit dem erfindungsgemäßen Material

Fig.9a zeigt einen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Materials.

20 Fig.9b zeigt einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Materials.

Fig.10 zeigt die Wärmebildaufnahme einer metallisierten Membrane

Fig.11 zeigt die Wärmebildaufnahme einer konvektiven Lage

Fig.12 zeigt die Wärmebildaufnahme des erfindungsgemäßen Materials

25 Fig.13 zeigt die Wärmebildaufnahme einer weiteren metallisierten Membrane

Fig.14 zeigt eine weitere Wärmebildaufnahme des erfindungsgemäßen Materials

Fig.1 zeigt eine schematische Darstellung der Erfindung. Das erfindungsgemäße infrarot reflektierende Material (10) enthält eine wasserdampfdurchlässige, metallisierte Lage (20) mit einer oberen Oberfläche (22) und einer unteren Oberfläche (24). Auf mindestens einer der Oberflächen (22,24) der metallisierten Lage (20) ist eine drapierfähige, konvektive Lage (30) angeordnet. Die konvektive Lage (30) weist eine luftdurchlässige dreidimensional durchströmbar Struktur auf. Auf einer oberen

Lagenoberfläche (32) der konvektiven Lage (30), entgegengesetzt zur metallisierten Lage (20), ist ein luftdurchlässiges Flächengebilde (40) angeordnet. In einer anderen Ausführungsform ist das luftdurchlässige Flächengebilde (40) Bestandteil der konvektiven Lage (30) und bildet selbst die obere Lagenoberfläche (32). Die 5 dreidimensional durchströmbar Struktur ermöglicht eine Wärmekonvektion innerhalb der konvektiven Lage (30) und auf der Oberfläche (22,24) der metallisierten Lage (20) um die äußere Oberfläche der konvektiven Lage (30), d.h. das Flächengebilde (40) der Umgebungstemperatur anzugelichen. Wärmekonvektion bedeutet hierbei, eine Kühlung oder Erwärmung der von der metallisierten Lage (20) reflektierten Temperaturen durch 10 Luftkonvektion zu erreichen.

Die metallisierte wasserdampfdurchlässige Lage (20) ist in einer Ausführungsform eine metallisierte Textilschicht. Die Metallschicht einer solchen metallisierten Textilschicht liegt als metallischer Film oder in Form von metallischen Partikeln, Fasern oder 15 Pigmenten vor. Die Metallschicht ist entweder auf einer oder beiden Oberfläche(n) der Textilschicht aufgebracht und/oder befindet sich innerhalb der Textilschicht. Die metallisierte Textilschicht umfaßt gewebte, gestrickte oder gewirkte Textilien aus Polypropylen, Polytetrafluorethylen, Polyethylen, Polyamid, Polyester, Polyurethan, Baumwolle, Wolle und Kombination davon.
20 Vorzugsweise handelt es sich bei der metallisierten Lage (20) um eine metallisierte Membrane oder Film. Die metallisierte Membrane kann als nichtporöse (monolytische) Membrane oder als mikroporöse Membrane vorliegen. Beispiele für nichtporöse Membrane sind Polyurethan, Copolyether, Copolyester oder Silicone.
15 Membrane sind dünn, leicht, flexibel und drapierfähig und damit besonders für Bekleidung geeignet. Zusätzlich können sie wasserdampfdurchlässig und wasserdicht sein und verbessern damit das Komfortverhalten von Bekleidungsstücken erheblich.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch eine bevorzugte mikroporöse Membrane (50) mit 0 einer Metallschicht (55). Die mikroporöse Membrane (50) hat eine obere Membranoberfläche (51), eine untere Membranoberfläche (53) und diskontinuierliche Polymerabschnitte, die dazwischen Poren (52) definieren.

Bevorzugte mikroporöse Membrane (50) beinhalten Fluorpolymere wie beispielsweise Polytetrafluorethylen; Polyolefine wie Polyethylen oder Polypropylen; Polyamide, Polyester; Polysulfone, Polyethersulfone und Kombinationen davon; Polycarbonate; Polyurethane. Vorzugsweise wird eine Membrane aus gerecktem Polytetrafluorethylen (ePTFE) verwendet. Die Membrane aus ePTFE liegt mit einer Dicke zwischen 5-500µm, vorzugsweise zwischen 50-300µm vor.

Dieses Material zeichnet sich durch eine Vielzahl von offenen, miteinander verbundenen Hohlräumen aus, einem großem Hohlraumvolumen und einer großen Stärke. Gerecktes PTFE ist weich, flexibel, hat stabile chemische Eigenschaften, eine hohe Durchlässigkeit gegenüber Gasen sowie Dämpfen und eine Oberfläche mit einer guten Abweisung gegen Verunreinigungen.

Die Porosität und die Porengröße ist so gewählt, dass die Gasdiffusion nicht behindert wird. Die durchschnittliche Porengröße kann 0,02 – 3µm betragen, vorzugsweise 0,1 – 0,5 µm. Die Porosität beträgt 30 – 90%, vorzugsweise 50 – 80%. Gleichzeitig ist das Material wasserdicht. Ein Verfahren zur Herstellung solcher poröser Membrane aus gerecktem PTFE ist beispielsweise in den Patenten US 3,953,566 und US 4,187,390 offenbart.

In einer Ausführungsform weist die ePTFE-Membrane eine wasserdampfdurchlässige kontinuierliche, hydrophile, polymere Schicht auf. Ohne Beschränkung darauf sind geeignete kontinuierliche wasserdampfdurchlässige Polymere solche aus der Familie der Polyurethane, der Familie der Silikone, der Familie der Copolyetherester oder der Familie der Copolyetherester Amide. Geeignete Copolyetherester hydrophiler Zusammensetzungen werden in der US-A-4 493 870 (Vrouenraets) und US-A-4 725 481 (Ostapachenko) gelehrt. Geeignete Polyurethane sind in der US-A-4 194 041 (Gore) beschrieben. Geeignete hydrophile Zusammensetzungen sind in der US-A-4 2340 838 (Foy et al.) zu finden. Eine bevorzugte Klasse von kontinuierlichen wasserdampfdurchlässigen Polymeren sind Polyurethane, besonders solche, die Oxyethyleneinheiten enthalten wie in der US-A-4 532 316 (Henn) beschrieben ist.

Die Metallschicht (55) ist vorzugsweise auf der oberen Oberfläche der Membrane (51) aufgebracht, das heißt das Metall bedeckt die obere Oberfläche der „offenen“ Porenwände. „Offene“ Porenwände sind die Abschnitte der Porenwände, die entweder die obere Oberfläche oder freiliegende oberflächennahe Anschnitte der Membrane

umfassen. Wenn man senkrecht auf die obere Oberfläche (22) herunterschaut, bildet die Metallschicht (55) eine in der Sichtlinie durchgängige Abdeckung. Von der Seite ist erkennbar, dass die Metallschicht (55) diskontinuierlich ist, wobei die Poren (52) für den Wasserdampf offenbleiben, während die obere Oberfläche (22) und deren freiliegenden oberflächennahen Abschnitte bedeckt sind.

Die Metallisierung ist typischerweise nur auf einer Seite, sie kann jedoch auf beiden Seiten oder innerhalb der gesamten Struktur der Membran vorliegen. Das Metallisieren kann mit einer Anzahl von Beschichtungsverfahren auf der Membran erfolgen, einschließlich dem physikalischen Bedampfen durch zum Beispiel Zerstäuben, Vakuumverdampfen, chemisches Bedampfen, stromloses Plattieren oder andere bekannte Beschichtungsverfahren. Der Emissionsgrad der Metallbeschichtung kann im Bereich von 0,04 bis 1 liegen, wobei dies von der gewünschten thermischen Leistung abhängt. Der Emissionsgrad wird mit einem Emissiometer der Firma Devices and Services, Modell AE, ermittelt. Wenn ein hoher Reflexionsgrad erwünscht ist, ist eine entsprechend dicke Beschichtung mit geringem Emissionsgrad erforderlich. Wenn andererseits ein hoher Absorptionsgrad erwünscht ist, ist eine entsprechend dünne Beschichtung mit hohem Emissionsgrad notwendig.

Das in den metallisierten, mikroporösen Filmen und Membranen verwendete Metall kann irgendein Metall sein, das auf den Film oder die Membrane aufgedampft oder zerstäubt werden kann und die gewünschte reflektierende Wirkung erzeugt, wie Aluminium, Gold, Silber, Kupfer, Zink, Kobalt, Nickel, Platin, Palladium, Zinn, Titan oder dergleichen oder irgendwelche Legierungen oder Kombinationen dieser Metalle. Vorzugsweise ist die metallisierte Lage ein gerecktes Polytetrafluorethen (ePTFE) mit einer Aluminiumbedampfung. Derartige metallisierte mikroporöse Membrane und ihre Herstellung werden beispielsweise in der US 5,750,242 beschrieben.

Die metallisierten Membrane weisen eine Wasserdampfdurchlässigkeit von unter 150(m²xPa)/W auf. Damit wird sichergestellt, dass Bekleidungsstücke oder Abdeckungen mit metallisierten Membranen Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf zur Umgebung abgeben können.

30

In Fig. 3 ist die metallisierte mikroporöse Membrane (50) mit einem textilen Trägermaterial (59) versehen, welches der Membrane einen zusätzlichen Schutz und Festigkeit verleiht. Das Trägermaterial (59) kann mit einer wasserdampfdurchlässigen

kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Klebstoffsicht auf der metallisierten Oberfläche oder der Membrane auflaminiert sein. Es ist auch möglich auf der nichtmetallisierten Oberfläche das Trägermaterial aufzubringen. Vorteilhafterweise ist das Trägermaterial (59) ein textiles Flächengebilde aus gewebten, gewirkten oder gestrickten, natürlichen oder synthetischen textilen Materialien. Alternativ kann auf der anderen Membranoberfläche ein weiteres Flächengebilde angeordnet sein. Klebstoff und Trägermaterial (59) müssen eine gewisse IR Transparenz aufweisen, damit die vorteilhaften Eigenschaften des erfindungsgemäßen Materials nicht gemindert werden.

10 In einer weiteren Ausführungsform ist die metallisierte Lage oleophobiert um die Metallschicht (55) vor Oxidation zu schützen. Eine oleophobierte, metallisierte, mikroporöse Membrane (50) ist in Fig. 4 dargestellt. Dort ist eine metallisierte, mikroporöse Membrane (50) mit einer oleophoben Schicht (57) versehen. Eine Oleophobierung erfolgt nach Abschluß des Metallisierungsverfahrens und erfolgt derart, dass die Porosität der Membrane nicht deutlich verringert wird. Gewöhnlich wird ein Oleophobiermittel in flüssiger Form auf das zu oleophobierte Material aufgebracht, wie beispielsweise durch Tauchen, Tränken, Sprühen, Beschichten, Streichen, Walzen. Besonders bevorzugt wird für die vorliegende Erfindung eine oleophobierte metallisierte ePTFE Membrane entsprechend der Offenbarung der US 5,955,175.

15 20 Die oleophobierte mikroporöse Membrane (50) kann ebenfalls mindestens eine textile auflaminierte Trägerschicht (59) aufweisen.

Die konvektive Lage (30) stellt eine Schicht dar, die durch Luftkonvektion Wärme oder Kälte von der Oberfläche der metallisierten Lage (20) abführt. Dazu weist die konvektive Lage (30) eine luftdurchlässige, dreidimensional durchströmbar Struktur auf. Dreidimensional durchströmbar Struktur bedeutet bei der vorliegenden Erfindung, dass in x-, y- und z-Richtung ein geringer Strömungswiderstand vorliegt sowie in z-Richtung ein Abstand definiert wird, der mit einer Umgebung in ständigem Luftaustausch steht. Damit wird erreicht, dass Luft in die konvektive Lage (30) eindringt, über die Oberfläche der metallisierten Lage strömt und in Abhängigkeit von den vorherrschenden Bedingungen Wärme oder Kälte aufnimmt und zur Umgebung hin abtransportiert.

Außerdem ist die konvektive Lage (30) drapierbar. Das Merkmal der Drapierbarkeit ist für die vorliegende Erfindung sehr wichtig, damit das erfindungsgemäße Material zu flexiblen Bekleidungsstücken (12) oder Abdeckungen verarbeitet werden kann. Dazu wird die konvektive Lage (30) aus flexiblen, vorzugsweise weichen, anpassungsfähigen

5 Materialien wie textilen Fasern oder Garne hergestellt, die eine gewisse Verformbarkeit der konvektiven Lage (30) zulassen. Dazu zählen Materialien wie Polyolefine wie z.B. Polypropylene; Polyester, Polyamide, Aramide, Polyacrylamide oder Naturfaserstoffe wie Wolle, Seide, Baumwolle, Flachs bzw. Mischungen daraus. Außerdem können über die Verarbeitung dieser Materialien weiche, anpassungsfähige Strukturen erzielt

10 werden.

Die konvektive Lage (30) kann jede mögliche Form oder Aufbau haben, solange eine dreidimensionale Durchströmbarkeit und eine ausreichende Luftdurchlässigkeit gegeben sind. Vorzugsweise bildet die konvektive Lage (30) einen definierten Abstand über mindestens einer der Oberflächen der metallisierten Membrane (50) in dem

15 erfindungsgemäßen Material. Dazu weist die dreidimensionale Struktur Abstandshalter (34) auf, die vorzugsweise annähernd senkrecht innerhalb der konvektiven Lage (30) zu mindestens einer der Oberflächen der metallisierten Lage (20) angeordnet sind. Die Abstandhalter (34) sind vorzugsweise elastisch komprimierbar und können bei einer Verformung des erfindungsgemäßen Materials nachgeben um nach Entlastung wieder in

20 ihren ursprünglichen Zustand zurückzukehren. Vorzugsweise sind auch die Abstandhalter (34) durchströmbar. Somit verteilt die konvektive Lage einströmende Luft über der Oberfläche der metallisierten Lage (20) gleichmäßig in x-, y- und z-Richtung. Die Luft nimmt dabei überschüssige Wärme oder Kälte von der Oberfläche der metallisierten Lage (20) auf und transportiert sie von der Oberfläche weg. Damit

25 erfolgt eine Angleichung der Oberflächentemperatur der konvektiven Lage mit der Umgebungstemperatur. Die konvektive Lage (30) hat eine Luftdurchlässigkeit in z-Richtung von mindestens 100 l/m²s bei einem Druck von 10Pa und in lateraler, d.h. x- und y-Richtung von mindestens 50 l/m²s bei einem Druck von 10Pa. Vorzugsweise liegt eine Luftdurchlässigkeit von 500 bis 2000 l/m²s vor.

30 So kann die konvektive Lage (30) durch dreidimensionale Textilien wie Noppenvliese, Noppengestricke, Noppengewebe, Noppengewirke (36), Abstandsgewirke (60) oder befolkte Materialien (39) gebildet sein. Auch retikulierte Schäume aus Polyester oder Polyurethan sowie waben-, rippen- oder netzartige dreidimensionale Strukturen können

zur Anwendung kommen. Allgemein kann die konvektive Lage (30) aus der Gruppe der Materialien aufweisend Polypropylen, Polyester, Polyurethan, Polyethylen, Polyamide und Kombination davon gewählt sein.

5 Zum Erreichen einer guten Konvektion muss die konvektive Lage (30) eine Dicke von mindestens 2mm, vorzugsweise zwischen 2 bis 20mm aufweisen. Es hat sich herausgestellt, dass bei einer Dicke von 10mm eine sehr gute thermische Abschirmung erzielt wurde.

Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Figuren 5 bis 7 schematisch dargestellt.

10 Entsprechend Fig. 1 ist auf der oberen Lagenoberfläche (32) der konvektiven Lage (20), der Oberfläche die der metallisierten Lage (20) gegenüber liegt, ein luftdurchlässiges Flächengebilde (40) angeordnet. Das luftdurchlässige Flächengebilde (40) kann auch Bestandteil der konvektiven Lage (30) selbst sein und die obere Lagenoberfläche (32) bilden.

15 Das Flächengebilde (40) schützt die konvektive Lage (30) vor äußeren Einflüssen wie Abrieb und mechanischer Beschädigung, regelt den Luftaustausch zwischen der Umgebung und der konvektiven Lage (30) und gleicht die Temperatur zwischen Umgebung und konvektiver Lage (30) aus. Insbesondere in einem Bekleidungsstück (12) stellt dieses Flächengebilde (40) die Außenseite des Bekleidungsstückes (14) dar.

20 Die oben beschriebene Konvektion innerhalb der konvektiven Lage (30) resultiert darin, dass die Außenseite des Bekleidungsstückes (14) eine Temperatur annimt, die im wesentlichen der Umgebungstemperatur entspricht. Somit ist das Bekleidungsstück (12) mit einem Wärmebildgerät praktisch nicht sichtbar. Vorzugsweise ist das Flächengebilde (40) porös bei einer durchschnittlichen Porengröße von 0,1 bis 10µm.

25 Bevorzugte Materialien sind Gewebe, Gewirke oder Gestricke aus Polypropylen oder Polyethylen. Polypropylen und Polyethylen sind besonders bevorzugt, da diese Materialien IR-Wellen transparent sind. Weitere Materialien können Seide, Polyamid, Polyester, Polyurethan und Kombination davon enthalten. Bei dem Flächengebilde handelt es sich vorzugsweise um ein textiles Material, und zwar um Web-, Wirk-, Strick-, Maschen- oder Netzware mit derartiger Machart, dass es eine relative hohe Luftdurchlässigkeit aufweist. Das Flächengebilde (40) hat eine Luftdurchlässigkeit von mindestens 50 l/m²/s bei einem Luftdruck von 10Pa. Andere textile Materialien wie synthetische (Polyamide, Polyester, Polyolefine, Acryle) oder natürliche (Baumwolle,

Wolle, Seide, oder Kombinationen davon) Materialien können Verwendung finden. Bei einer Ausführungsform der Erfindung wird ein textiles Flächengebilde mit einer gestrickten Maschenstruktur verwendet, das unter der Handelsbezeichnung Cordura®AFT von der Firma Rökonra erhältlich ist. Außerdem kann das Flächengebilde 5 (40) zu Tarnzwecken mit einem Camouflage-Aufdruck versehen sein.

Das erfindungsgemäße Material liegt in einer Ausführungsform als ein Verbund aus metallisierter Lage (20) und mindestens einer konvektiven Lage (30) vor, wobei die beiden Lagen an ausgewählten Stellen miteinander verklebt oder vernäht sind. Beim 10 Vernähen ist darauf zu achten, dass die Nähte wasserdicht abgedichtet werden. In einer anderen Ausführungsform bilden die metallisierte Lage(20) und die mindestens eine konvektive Lage (30) ein Laminat. Dazu werden die beiden Lagen mit einem wasserdampfdurchlässigen kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Klebstoff, wie beispielsweise Polyurethanklebstoff, unter Wärme und Druck miteinander verklebt.

15 Zusätzlich kann das luftdurchlässige Flächengebilde (40) an der mindestens einen konvektiven Lage (30) befestigt sein, beispielsweise durch vollflächiges oder partielles Laminieren, durch Vernähen oder durch Verkleben. Auch hier ist zu beachten, dass der Klebstoff eine gewisse IR Tranparenz aufweisen muß.

20 Fig. 5 zeigt als luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage (30) ein Noppengewirke (36) vorzugsweise aus einem dreidimensional verformten Polypropylengewirke. Anstelle von Polypropylen kann auch ein Polyester-, Polyethylen- oder Polyamidgewirke bzw. Mischungen daraus verwendet werden. Bevorzugt sind Polypropylen und Polyethylen aufgrund ihrer IR-Wellen Transparenz.

25 Die Noppen sind in Reihe, versetzt zueinander oder aber in jeder anderen beliebigen Struktur aus einem flächigen Grundgebilde gleichen Materials herausgeformt. Das flexible Grundgebilde ist vorzugsweise ein offenporiges Gewirke, Vlies, Gestrick, Gitter oder Gewebe. Die Luftdurchlässigkeit dieses offenporigen Noppengewirkes (36) ist vorzugsweise größer 500 l/m²s bei einem Luftdruck von 10Pa. Anstelle von Noppen 0 könne auch Stege oder ähnliche geometrische Formen auftreten, die eine dreidimensionale Struktur bilden. Vorzugsweise stehen die Noppen senkrecht zum Grundgebilde. Damit bilden die Noppen zum einen Abstandshalter (34) für eine konvektive Lage (30) mit einem definierten Abstand und zum anderen Strömungskanäle.

für die Luft, so dass diese sich gleichmäßig in x, y und z-Richtung verteilen kann und zwar um die Noppen herum als auch aufgrund der Offenporigkeit durch die Noppen hindurch. Das Noppengewirke (36) ist flexibel und elastisch komprimierbar und damit für die Verarbeitung in Bekleidungsstücken (12) geeignet. Solche dreidimensionale

5 Noppengewirke (36) sind beispielsweise bei der Firma Textec Construct GmbH, in Detmold, Deutschland, erhältlich. Die Noppen eines Noppengewirkes der Firma Textec weisen eine Noppenhöhe zwischen 2 bis 19mm auf. Die Herstellung derartiger Noppengewirke (36) ist beispielsweise in der Gebrauchmusterschrift DE 200 12 275 offenbart.

10

Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage (30). Die konvektive Lage (30) wird hier durch ein Abstandsgebilde (60) geformt. Das Abstandsgebilde (60) wird durch zwei parallel zueinander angeordneten luftdurchlässigen Flächengebildene (62, 64) beispielsweise aus

15 Polypropylen, Polyamide, Polyester, gebildet, wobei die Flächengebildene (62, 64) durch Fasern (66) luftdurchlässig miteinander verbunden und gleichzeitig beabstandet sind. Zumindest ein Teil der Fasern (66) ist als Abstandshalter (34) senkrecht zwischen den Flächengebildene (62, 64) angeordnet. Die Fasern (66) sind aus einem flexiblen, verformbaren Material wie beispielsweise Polyester oder Polypropylen. Die Luft strömt 20 durch die Flächengebildene (62, 64) und durch die Fasern (66) hindurch. Die Flächengebildene (62, 64) sind offenporige gewebte, gestrickte oder gewirkte textile Materialien. Ein solches Abstandsgebilde (60) ist beispielsweise bei der Firma Müller Textil GmbH in Wiehl-Drabenderhöhe, Deutschland erhältlich.

25 Fig. 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage (30). Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die metallisierte Lage (20) partiell mit Fasern (66) (z.B. aus Polypropylen, Polyester, Polyamid oder Mischungen daraus) beklebt. Dadurch wird direkt auf der Oberfläche der metallisierten Lage (20) eine dreidimensionale Struktur geschaffen, indem die Fasern (66) senkrecht als 30 Abstandshalter (34) zur metallisierten Lage (20) auf dieser befestigt werden. Die Herstellung beklebter Artikel (38) ist beispielsweise in der EP 889 697 B1 offenbart, wo Flockenteilchenmaterial (39) wie Flachfasern auf gerecktem PTFE befestigt ist.

Fig. 8 zeigt ein Bekleidungsstück (12) mit dem erfindungsgemäßen Material (10) in Form einer Jacke. Zu einem Bekleidungsstück (12) im Sinne der Erfindung gehören Jacken, Mäntel, Westen, Hosen, Handschuhe, Mützen, Schuhe und dergleichen.

Vorzugsweise dienen die Bekleidungsstücke (12) als wasserdichte und

5 wasserdampfdurchlässige Tarnbekleidung. Das Bekleidungsstück (12) hat eine Außenseite (14) und eine Innenseite (16) und ist aus dem erfindungsgemäßen Material (10) aufgebaut. Dabei bildet die metallische Lage (20) die Innenseite (16) und die konvektive Lage (30) vorzugsweise mit einem luftdurchlässigem Flächengebilde (40) bildet die Außenseite (14). Die metallische Lage (20) kann zusätzlich noch mit weiteren

10 Schichten wie Isolationsschichten und/oder Futterschichten ausgerüstet sein.

Die Figuren 9a und 9b zeigen entsprechend der gestrichelten Linie IXa,b in Fig. 8 zwei Ausführungsformen des Bekleidungsstückes (12) jeweils im Querschnitt.

Fig. 9a zeigt die metallisierte Lage (20) als Innenseite (16) und das luftdurchlässige Flächengebilde (40) als Außenseite (14). Die metallisierte Lage (20) ist vorzugsweise eine metallisierte ePTFE Membrane. Das luftdurchlässige Flächengebilde (40) ist vorzugsweise eine offenporige textile Webware. Dazwischen ist eine konvektive Lage (30) in Form eines Noppengewirke (36) angeordnet. Das Noppengewirke (36) ist derart angeordnet, dass die Noppen (37) zum Flächengebilde (40) gerichtet sind.

20 Fig. 9b zeigt den gleichen Aufbau wie Fig. 9a mit dem Unterschied, dass das Noppengewirke (36) derart angeordnet ist, dass die Noppen (37) zur metallisierten Lage (20) gerichtet sind.

Beispiele

25 Zur Darstellung der Erfindung wurden von verschiedenen Mustern Aufnahmen mit einer Infrarotkamera ThermaCAMTMPM 575 (Wärmebildgerät) der Firma Flier Systems GmbH bei einer Wellenlänge von 8-12µm gemacht. Die Infrarotkamera mißt die von einem Objekt emittierte Infrarotstrahlung und stellt diese in einem sichtbaren Bild dar.

30 Da die Strahlung eine Funktion der Oberflächentemperatur des Objektes ist, kann die Kamera diese Temperatur genau errechnen und anzeigen. In den Versuchen wurden jeweils die Temperaturen von Umgebung und Muster ermittelt. Mit einem Computerprogramm (AGEMA®Report) wurden die Bilder bearbeitet, so dass die

Durchschnittstemperaturen von Muster und Umgebung errechnet werden können. Je kleiner die Temperaturdifferenz zwischen Umgebungs- und Mustertemperatur ist, desto besser ist die thermische Tarnung.

5 Beispiel 1

Die Versuchsergebnisse sind in den Wärmebildern der Fig.10 bis 12 dargestellt. Die Messung fand in einem Infrarotbereich von $8\text{-}12\mu\text{m}$ am hellen Tag bei kaum Wind statt. Das jeweilige Muster war im Brustbereich in einem Tarnanzug integriert, der von einer Testperson getragen wurde. Die Mustertemperatur T_m wurde auf der Brustoberfläche 10 der Testperson aufgenommen.

Bei der metallisierten Membrane handelt es sich um eine Membrane aus mikroporösem ePTFE mit einer Dicke von $25\mu\text{m}$ und einer nominellen Porengröße von $0,2\mu\text{m}$. Eine solche Membrane ist bei der Firma W.L.Gore & Associates erhältlich. Die ePTFE Membrane wurde metallisiert, indem sie durch Verdampfen und Kondensieren mit 15 Aluminium bedampft wurde. Für die Metallisierung wurde ein Aluminiumdraht in einem Oxidschmelzgiegel unter einem Hochvakuum ($0,0002666\text{ Pa}$) bei etwas 1220°C erhitzt. Das Aluminium verdampfte. Die ePTFE Membrane wurde über den Schmelzgiegel geleitet. Der Dampf aus dem Schmelzgiegel stieg auf, wodurch auf der angrenzenden Seite der Membrane eine diskontinuierliche Schicht erzeugt wurde. Dann 20 wurde die beschichtete Membrane auf eine Walze gewickelt.

Für das 1. Muster ist auf der metallisierten Seite der Membrane ein Gestrick aus Polypropylen mit einer Luftdurchlässigkeit von $65\text{ l/m}^2\text{ s}$ bei einem Luftdruck von 10 Pa angeordnet.

Das 2. Muster enthält ein Abstandsgewirke mit einer Höhe von 10 mm aus Polyester, 25 erhältlich bei der Firma Müller Textil GmbH, Deutschland. Das Abstandsgewirke hat eine Luftdurchlässigkeit von $870\text{ l/m}^2\text{ s}$. Auf dem Abstandsgewirke ist ein Gestrick aus Polyester mit einer Luftdurchlässigkeit von $550\text{ l/m}^2\text{ s}$ bei einem Luftdruck von 10 Pa angeordnet. Das 3. Muster enthält eine metallisierte Membrane entsprechend dem 1. Muster, darauf angeordnet ein Abstandsgewirke nach dem 2. Muster und darauf 30 wiederum angeordnet ein Gestrick aus Polyester mit einer Luftdurchlässigkeit von $550\text{ l/m}^2\text{ s}$ bei einem Luftdruck von 10 Pa . Bei den Messungen mit der Infrarotkamera zeigten bei allen drei Mustern die Gestricklage zur Kamera.

Schichtaufbau Muster	Umgebungs-temperatur Tu in °C	Mustertemperatur Tm in °C	Temperatur-differenz ΔT in K
1. metallisierte Membrane (Aluminium) mit Gestrick, Fig.10	17,0	10,2	6,8
2. konvektive Lage mit Gestrick, Fig.11	17,2	20,1	2,9
3. metallisierte Membrane (Al) mit konvektiver Lage und mit Gestrick, Fig.12	17,2	17,1	0,1

Tabelle 1: Vergleich der thermischen Abschirmung verschiedener Abschirmmustere bei einer Wellenlänge von 8-12 µm.

Bei dem 1. Muster (Fig.10) kühlt sich die Oberfläche des Musters durch Reflexion des Himmels sehr stark ab und eine erkennbare Temperaturdifferenz zur Umgebungstemperatur ist erkennbar. Bei dem 2. Muster (Fig.11) ist die thermische Tarnung schon besser als beim 1. Muster, jedoch ist die Oberflächentemperatur durch Körpererwärmung und/oder Sonneneinstrahlung etwas zu hoch. Das 3. Muster (Fig.12) zeigt den erfindungsgemäßen Aufbau und im Vergleich zur Umgebung eine fast identische Temperatur.

Beispiel 2

Die Versuchsergebnisse sind in den Wärmebildern der Fig. 13 bis 14 dargestellt.

Dieser Versuch fand bei einer Wellenlänge von 8-12µm statt.

Die Muster befanden sich auf einer heißen Platte mit einer Temperatur von 32°C zur Darstellung der menschlichen Hauttemperatur. Die Umgebung wurde auf eine Temperatur von ~18°C zur Darstellung eines kalten Himmels gekühlt. Es herrschte ein seitlicher Wind mit 1m/s.

Das 4. Muster enthält eine mikroporöse Membrane wie beim 1. Muster mit einer zusätzlichen hydrophilen kontinuierlichen Beschichtung aus Polyurethan. Eine solche Membrane ist bei der Firma W.L.Gore & Associates erhältlich und wurde nach dem Verfahren zum 1. Muster metallisiert. Auf der metallisierten Schicht ist ein Gestrick aus Polyethylen mit einer Luftdurchlässigkeit von 800 l/m² s bei einem Luftdruck von 10Pa,

erhältlich bei der Firma Rökona, angeordnet. Das 5. Muster enthält die gleiche Membrane wie im 4. Muster, darauf angeordnet ein Abstandsgewirke aus Polyester mit einer Höhe von 10mm und einer Luftdurchlässigkeit von 870 l/m² s, erhältlich bei der Firma Müller Textil GmbH, Deutschland und darauf wiederum angeordnet ein Gestrick aus Polyethylen mit einer Luftdurchlässigkeit von 800 l/m² s bei einem Luftdruck von 10Pa. Bei den Messungen mit der Infrarotkamera zeigen bei den beiden Mustern jeweils die Gestricklage zur Kamera.

Schichtaufbau Muster	Umgebungs-temperatur Tu in °C	Mustertemperatur Tm in °C	Temperatur-differenz ΔT in K
4 metallisierte Membrane (AL) mit kontinuierlicher Polyurethanbeschichtung und mit Gestrick	17,5	26,8	9,3
5. metallisierte Membrane (AL) mit kontinuierlicher Polyurethanbeschichtung und mit 10mm konvektiver Lage und mit Gestrick	17,1	19,8	2,7

Tab.3 Vergleich der thermischen Tarnung von zwei Abschirmmustern bei einer Wellenlänge von 8-12µm

10 Im Unterschied zu Beispiel 1 erhitzt sich hier das 4. Muster im Vergleich zur Umgebungstemperatur auf. Dadurch fällt die Temperaturdifferenz entsprechend hoch aus und eine ausreichende thermische Tarnung ist nicht gegeben. Das 5. Muster zeigt eine wesentlich geringere Temperaturdifferenz. Das bedeutet, dass die Oberfläche dieses Musters eine ausreichende Angleichung an die Umgebungstemperatur erfahren hat.

15 Eine thermische Tarnung ist gegeben.

Ansprüche

1. Ein infrarot reflektierendes Material (10) zum Abdecken von Objekten, aufweisend
 - a) mindestens eine metallisierte, wasserdampfdurchlässige Lage (20) mit einer oberen Oberfläche (22) und einer unteren Oberfläche (24) und mit
 - b) mindestens einer luftdurchlässigen, drapierfähigen, konvektiven Lage (30) mit einer dreidimensional durchströmbarer Struktur, wobei die konvektive Lage (30) mindestens auf einer der Oberflächen (22, 24) der metallisierten Lage (20) angeordnet ist.
2. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) eine obere Lagenoberfläche (32) aufweist und auf dieser Lagenoberfläche (32) ein luftdurchlässiges Flächengebilde (40) angeordnet ist.
3. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) eine obere Lagenoberfläche (32) aufweist und die obere Lagenoberfläche (32) durch ein luftdurchlässiges Flächengebilde (40) gebildet ist.
4. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) auf der oberen Oberfläche (22) der metallisierten Lage (20) angeordnet ist.
5. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) eine Dicke von mindestens 2 mm aufweist.
6. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) eine rippenartige, wabenartige, genoppte, netzartige, befolkete, schaumartige Struktur aufweist.

7. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) Abstandshalter (34) aufweist, die senkrecht zu
mindestens einer der Oberflächen (22,24) der metallisierten Lage (20) angeordnet sind.
8. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) ein dreidimensionales Noppengewirke (36) aufweist.
9. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) aus der Gruppe der Materialien aufweisend
Polypropylen, Polyester, Polyurethan, Polyethylen, Polyamide und Kombinationen
davon ausgewählt ist.
10. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lage (30) eine Luftdurchlässigkeit in z-Richtung von mindestens
100 l/m²s bei einem Druck von 10Pa aufweist.
11. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die konvektive Lahe (30) eine Luftdurchlässigkeit in x- und y-Richtung von
mindestens 50 l/m²s bei einem Druck von 10Pa aufweist.
12. Material (10) nach Anspruch 2 und 3,
wobei das Flächengebilde (40) eine Luftdurchlässigkeit von mindestens 50 l/m²s bei
einem Druck von 10Pa aufweist.
13. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei das Flächengebilde (40) aus der Gruppe der Materialen aufweisend
Polypropylen, Seide, Polyethylen, Polyamid, Polyester, Polyurethan und
Kombinationen davon ausgewählt ist.
14. Material nach Anspruch 1,
wobei die metallisierte Lage (20) ein metallisiertes Textil aufweist.

15. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die metallisierte Lage (20) eine metallisierte Membrane aufweist.
16. Material (10) nach Anspruch 14,
wobei die metallisierte Membrane wasserdicht und wasserdampfdurchlässig ist.
17. Material nach Anspruch 1,
wobei die metallisierte Lage (20) eine mikroporöse, wasserdampfdurchlässige, polymere Membrane (50) mit einer oberen Membranoberfläche (51), einer unteren Membranoberfläche (53) und dazwischenliegenden Poren (52) aufweist und eine Metallschicht (55) zumindest eine der Oberflächen der Membrane und freiliegende oberflächennahe Abschnitte davon bedeckt.
18. Material (10) nach Anspruch 17,
wobei die Metallschicht (55) aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Gold, Silber, Kupfer, Zink, Kobalt, Nickel, Platin, Palladium, Zinn, Titan, deren Legierungen, Oxide, Nitride, Hydroxide und Kombinationen davon ausgewählt ist.
19. Material (10) nach Anspruch 17,
wobei die mikroporöse Membrane (50) aus der Gruppe bestehend aus gerecktem Polytetrafluorethylen (ePTFE), Polyethylen, Polypropylen, Polyurethan und Mischungen davon ausgewählt ist.
20. Material (10) nach Anspruch 1,
wobei die metallisierte Lage (20) eine metallisierte, mikroporöse, polymere Membrane aus gerecktem Polytetrafluorethylen aufweist.
21. Material (10) nach Anspruch 20,
wobei die ePTFE-Membrane eine wasserdampfdurchlässige, kontinuierliche, hydrophile, polymere Schicht aufweist.
22. Material (10) nach Anspruch 1, das zumindest einen Teil eines Bekleidungs- oder Zeltmaterials bildet.

23. Bekleidungsstück(12) aus einem infrarot reflektierenden Material (10), das infrarot reflektierende Material (10) weist mindestens eine metallisierte, wasserdampfdurchlässige Lage (20) mit einer oberen Oberfläche (22) und einer unteren Oberfläche (24) und mindestens eine luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage (30) mit einer dreidimensional durchströmbarer Struktur auf, wobei die konvektive Lage (30) auf mindestens einer der Oberflächen (22,24) der metallisierten Lage (20) angeordnet ist.
24. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23, wobei die konvektive Lage (30) eine obere Lagenoberfläche (32) aufweist und auf dieser Lagenoberfläche (32) ein luftdurchlässiges Flächengebilde (40) angeordnet ist.
25. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23, wobei die konvektive Lage (30) eine obere Lagenoberfläche (32) aufweist und die obere Lagenoberfläche (32) durch ein luftdurchlässiges Flächengebilde (40) gebildet ist.
26. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23, mit einer Außenseite und einer Innenseite, wobei die obere Oberfläche (22) der metallisierten Lage (20) zur Außenseite gerichtet ist und die konvektive Lage (30) auf der zur Außenseite gerichteten oberen Oberfläche (22) angeordnet ist.
27. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23, wobei die konvektive Lage (30) eine Dicke von mindestens 2mm aufweist.
28. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23, wobei die konvektive Lage (30) eine rippenartige, wabenartige, genoppte, netzartige, befolkete, schaumartige Struktur aufweist.
29. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23, wobei die konvektive Lage (30) Abstandshalter (34) aufweist, die senkrecht zu mindestens einer der Oberflächen (22,24) der metallisierten Lage (20) angeordnet sind.

30. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23,
wobei die konvektive Lage (30) ein dreidimensionales Noppengewirke (36) aufweist.
31. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23,
wobei die konvektive Lage (30) aus der Gruppe der Materialien aufweisend
Polypropylen, Polyester, Polyurethan, Polyethylen, Polyamid und Kombinationen
davon ausgewählt ist.
32. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23,
wobei die konvektive Lage (30) eine Luftdurchlässigkeit in z-Richtung von mindestens
100 l/m²s bei einem Druck von 10Pa aufweist.
33. Material (10) nach Anspruch 23,
wobei die konvektive Lahe (30) eine Luftdurchlässigkeit in x- und y-Richtung von
mindestens 50 l/m²s bei einem Druck von 10Pa aufweist.
34. Bekleidungsstück (1) nach Anspruch 24 und 25
wobei das Flächengebilde (40) eine Luftdurchlässigkeit von mindestens 50 l/m²s bei
einem Druck von 10Pa aufweist.
35. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23,
wobei die metallisierte Lage (20) ein metallisiertes Textil aufweist.
36. Bekleidungsstück (12) nach Anspruch 23,
wobei die metallisierte Lage (20) eine metallisierte Membrane aufweist.
37. Anordnung zum Tarnen von Objekten gegen Wärmebildgeräte, die Anordnung weist
eine metallisierte wasserdampfdurchlässige Lage (20) mit einer oberen Oberfläche (22)
und einer unteren Oberfläche (24) auf,
dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (30) zur Temperaturkontrolle und zum
konvektiven Wärmeaustausch auf mindestens einer der Oberflächen (22, 24) der
metallisierten Lage (20) vorgesehen sind.

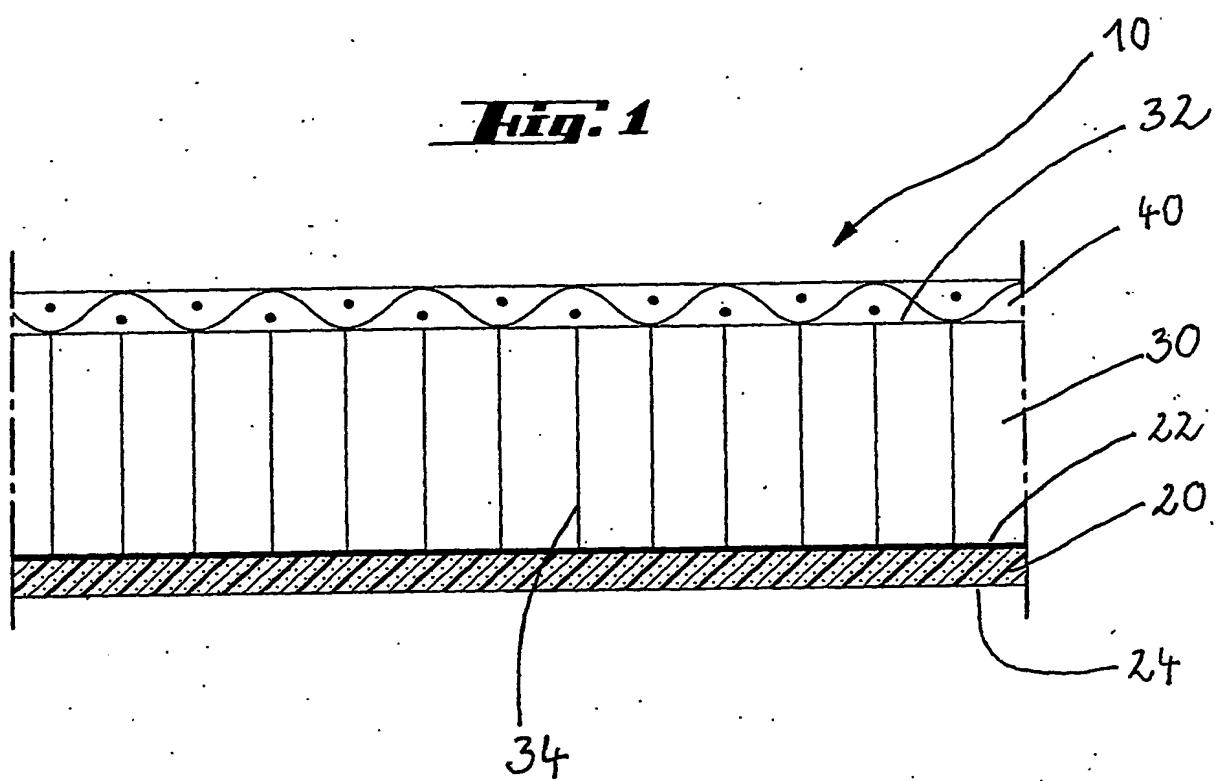
38. Anordnung nach Anspruch 37,

wobei das Mittel (30) eine luftdurchlässige, drapierfähige, konvektive Lage (30) mit einer dreidimensionalen durchströmbaren Struktur umfaßt.

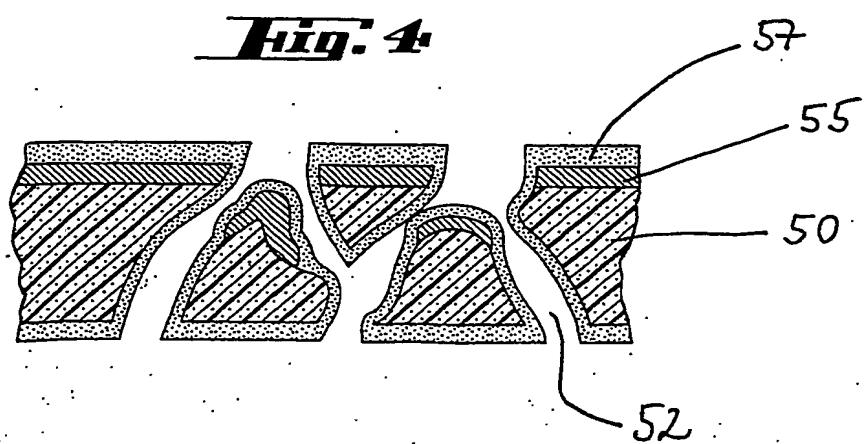
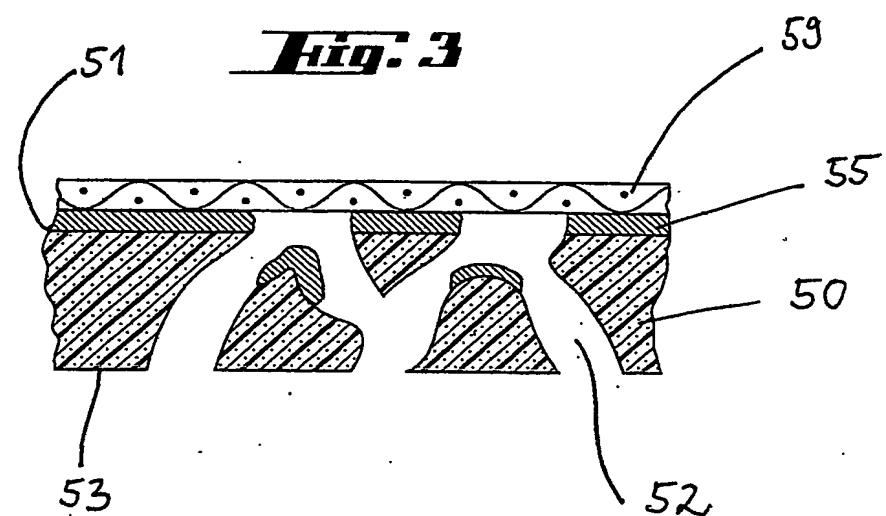
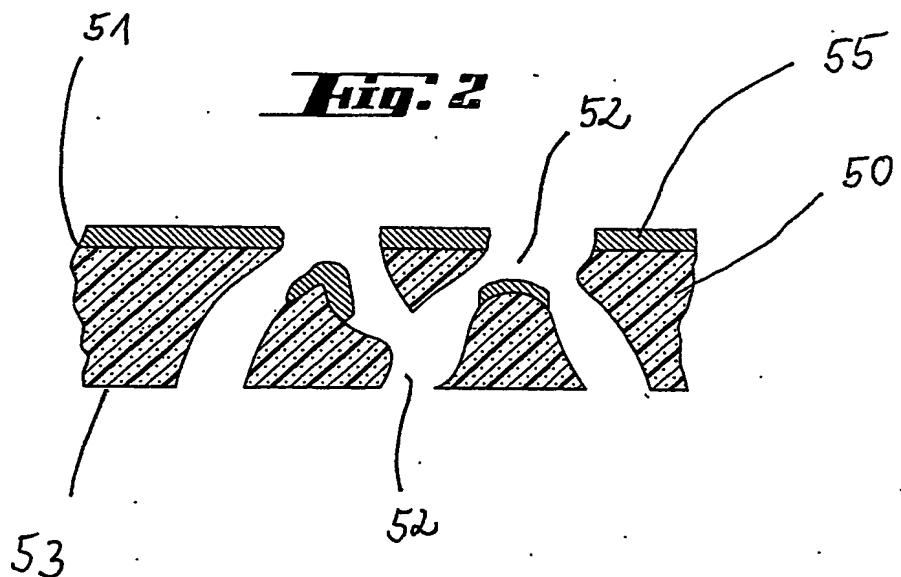
39. Anordnung nach Anspruch 38,

wobei die konvektive Lage (30) Abstandshalter (24) aufweist, die senkrecht zu mindestens einer der Oberflächen (22, 24) der metallisierten Lage (20) vorgesehen sind.

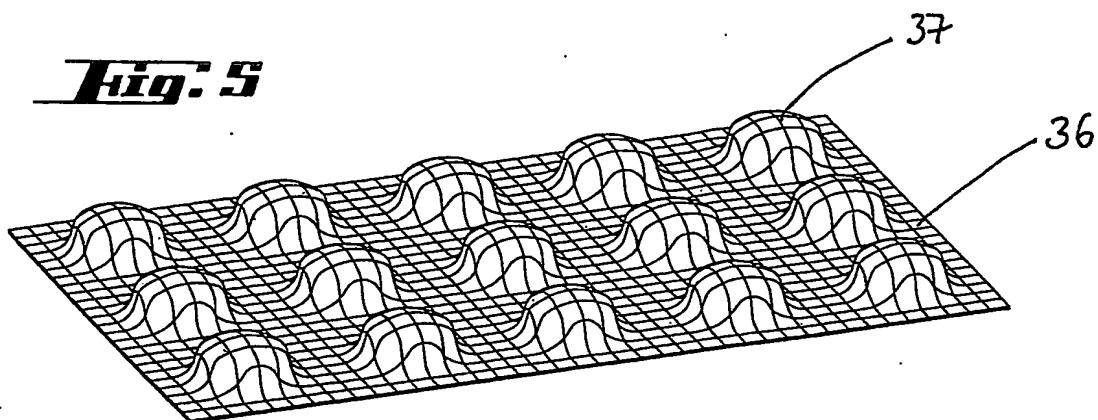
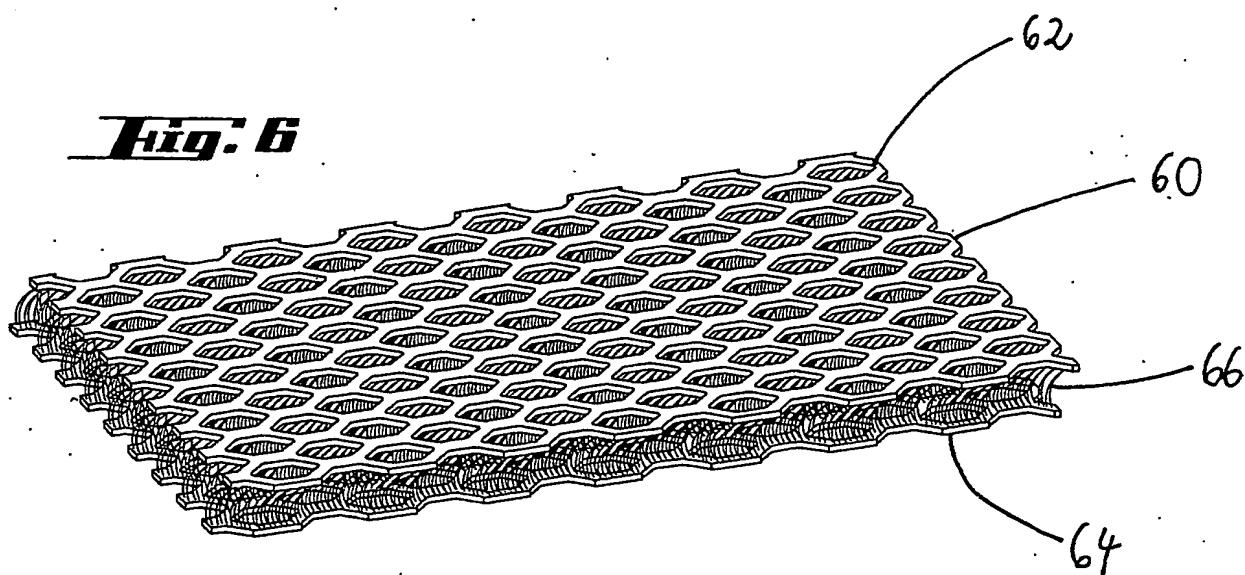
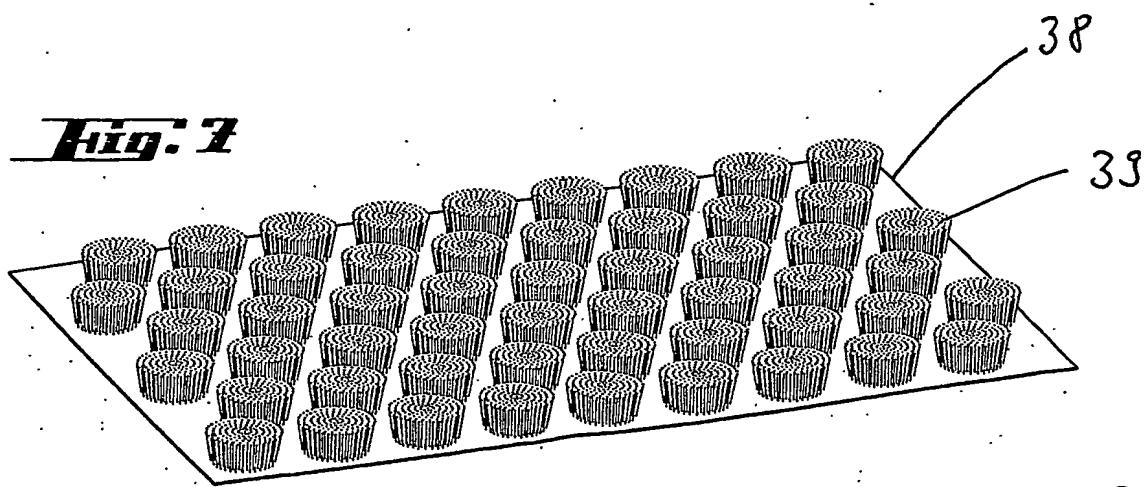
1/9



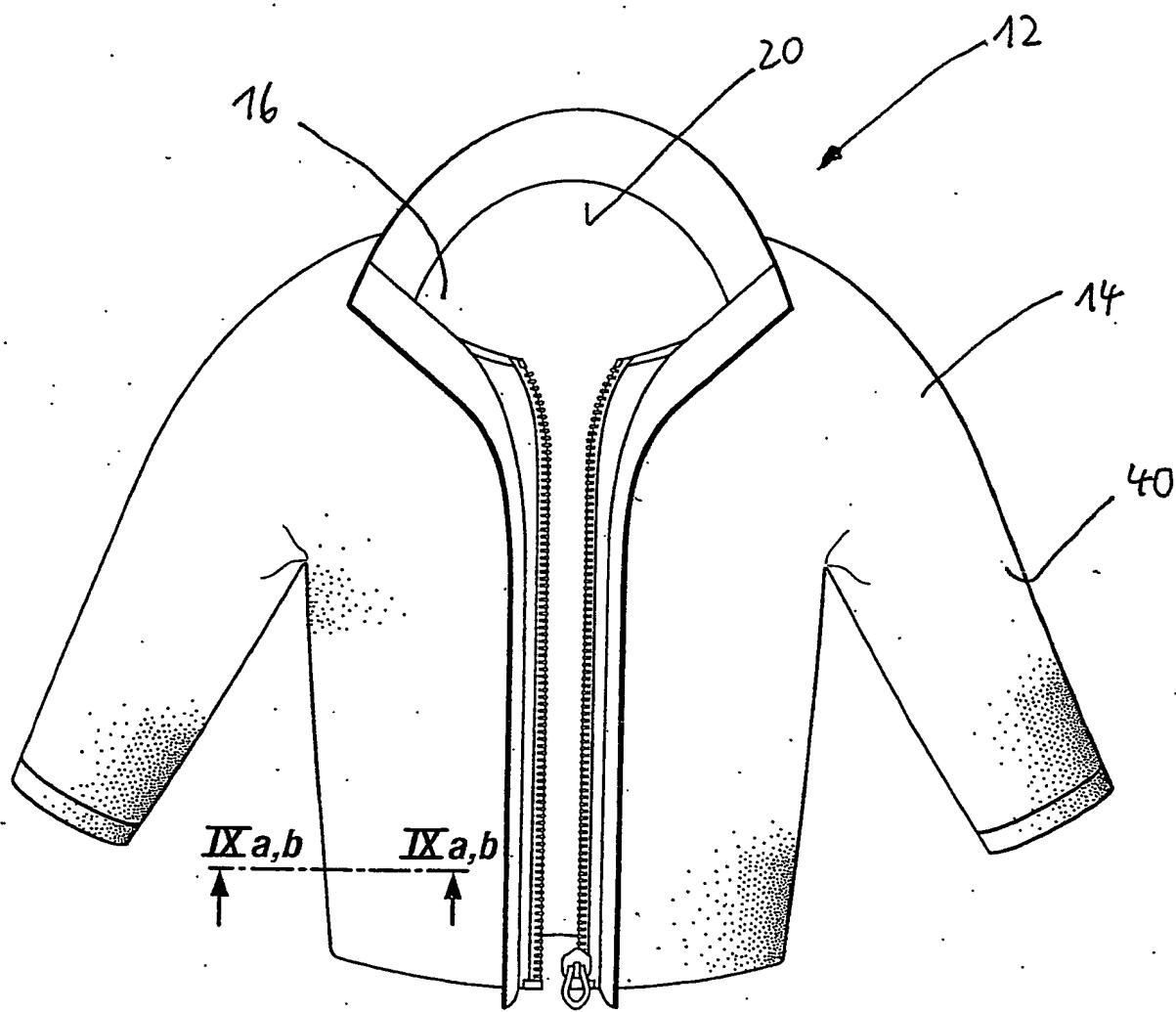
2/9



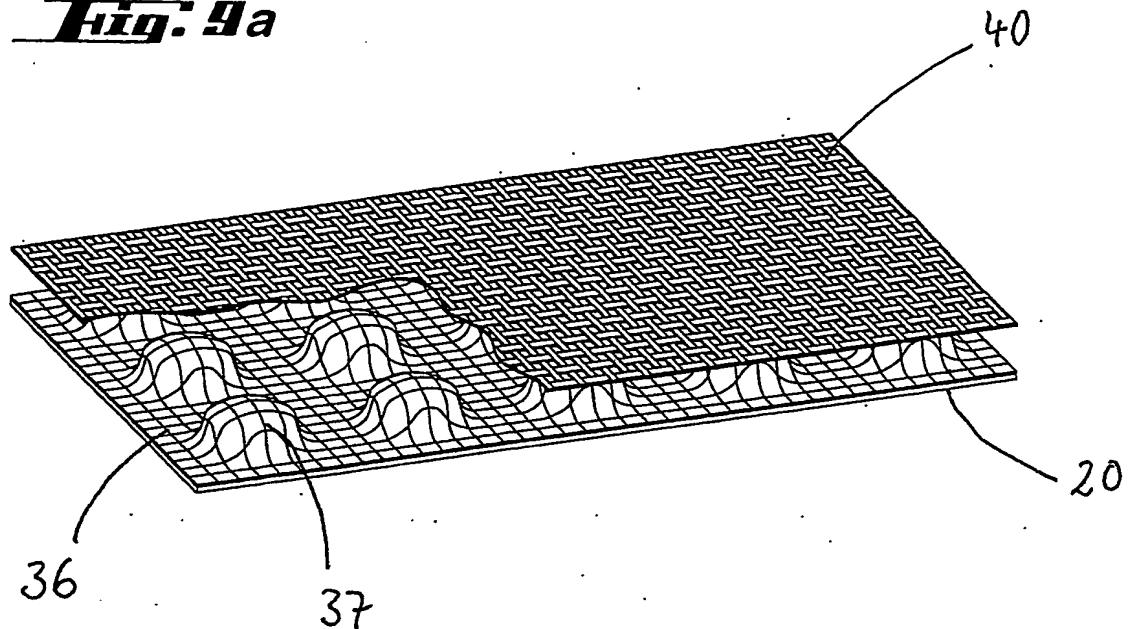
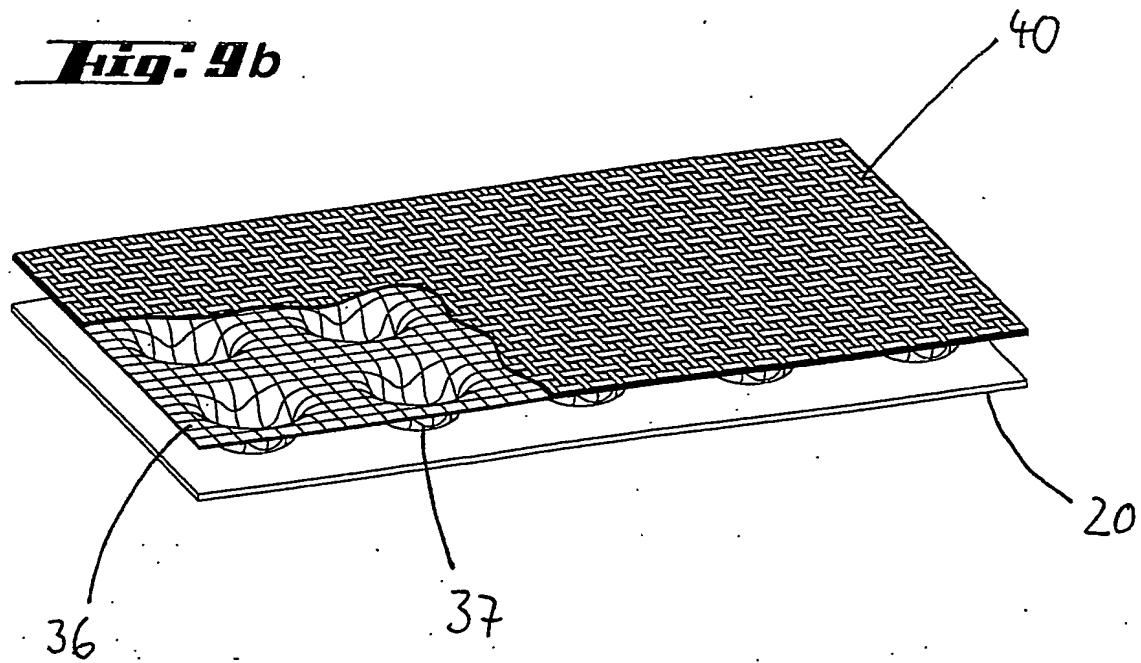
3/9

Fig. 5***Fig. 6******Fig. 7*****BEST AVAILABLE COPY**

4/9

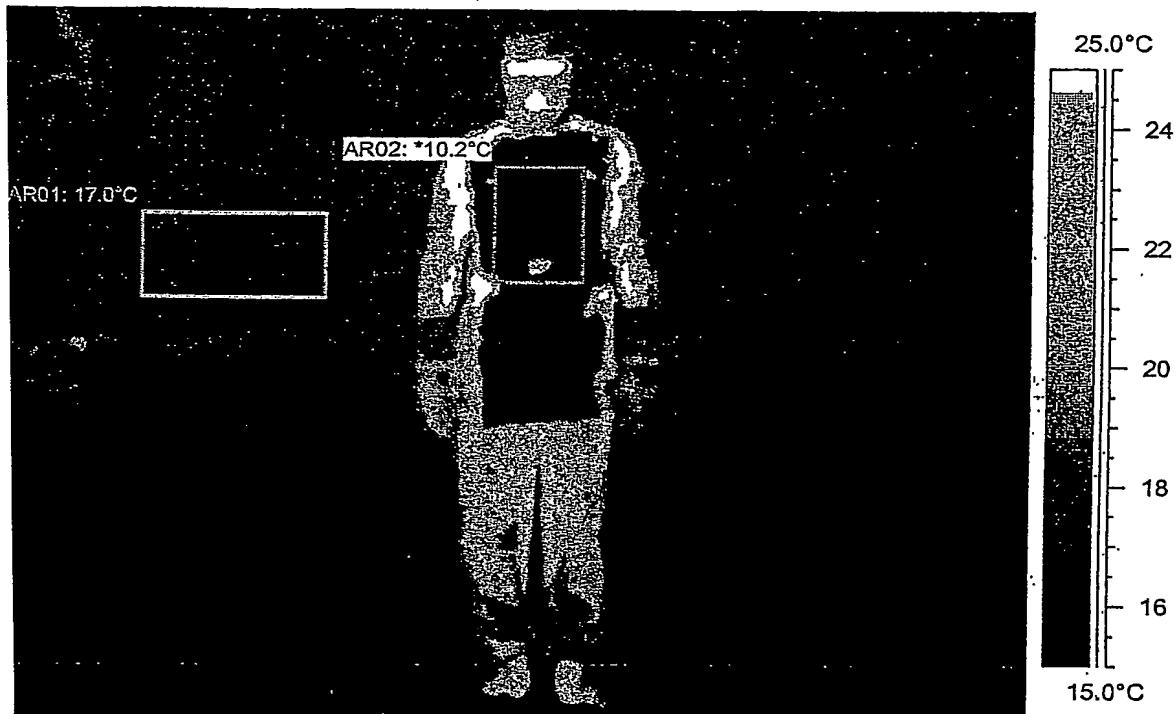
Fig. 8

5/9

Fig. 9a***Fig. 9b*****BEST AVAILABLE COPY**

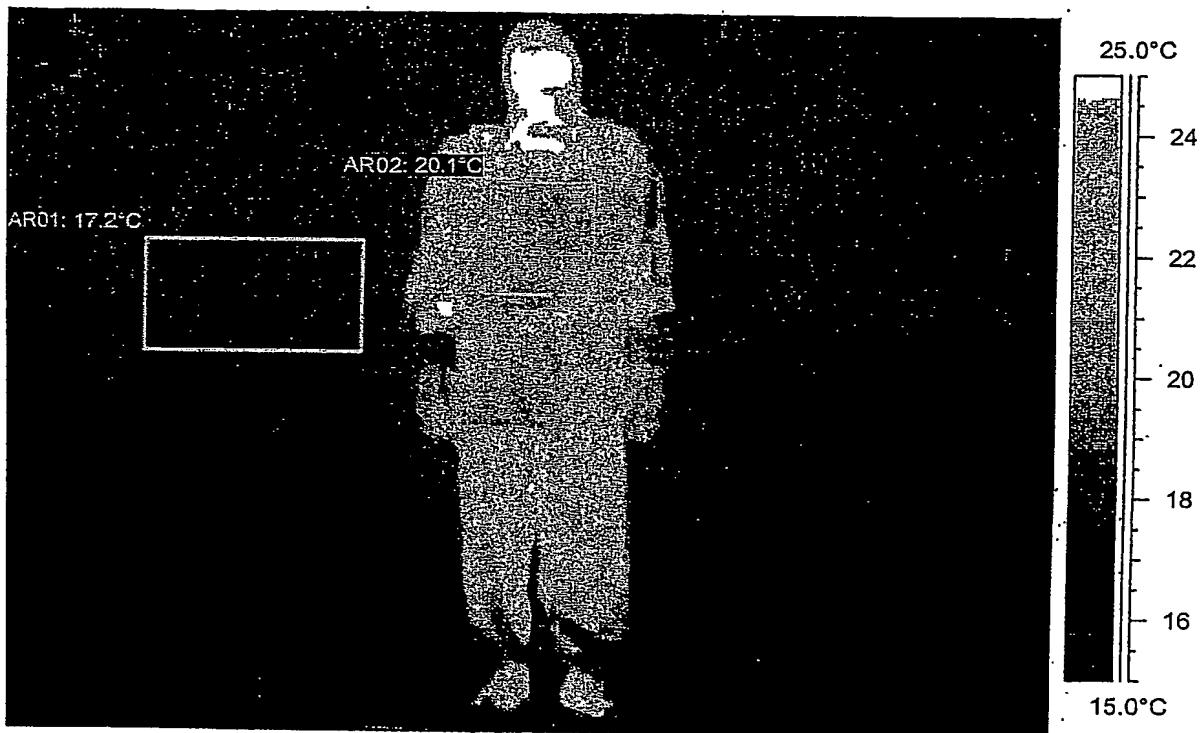
6 / 9

Fig. 10



BEST AVAILABLE COPY

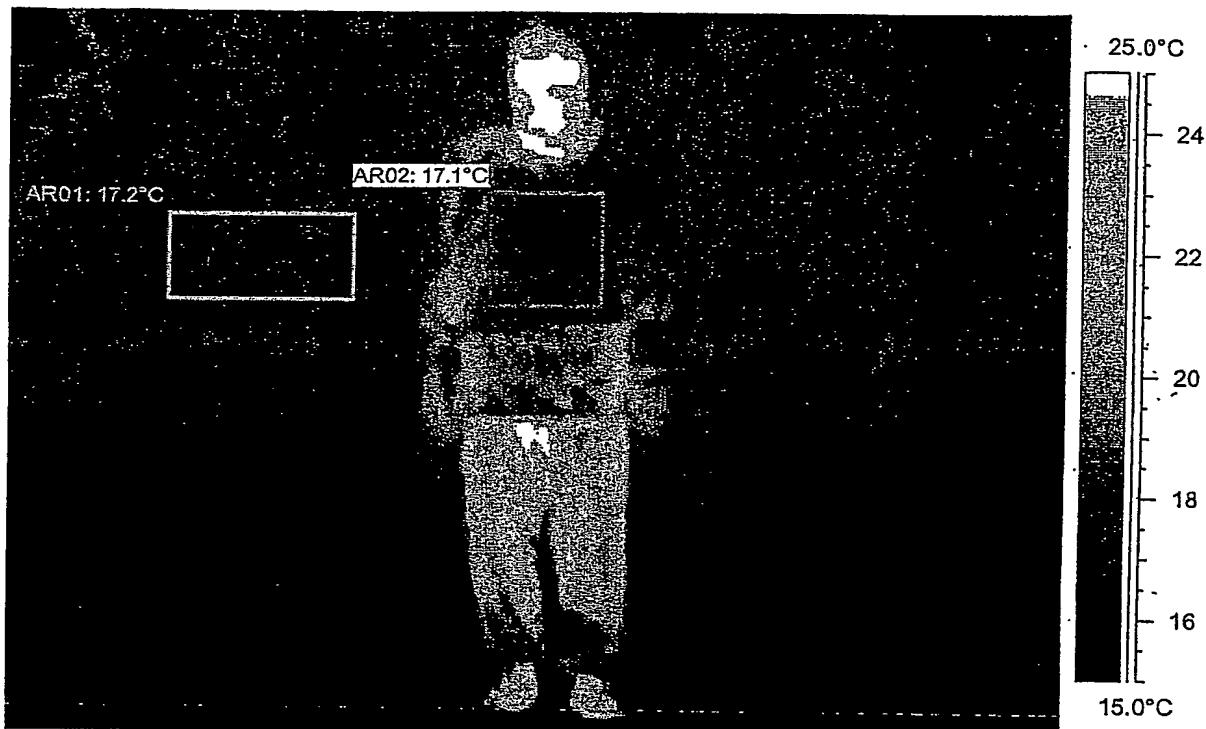
Fig. 11



BEST AVAILABLE COPY

8 / 9

Fig. 12



BEST AVAILABLE COPY

9/9

Fig. 13

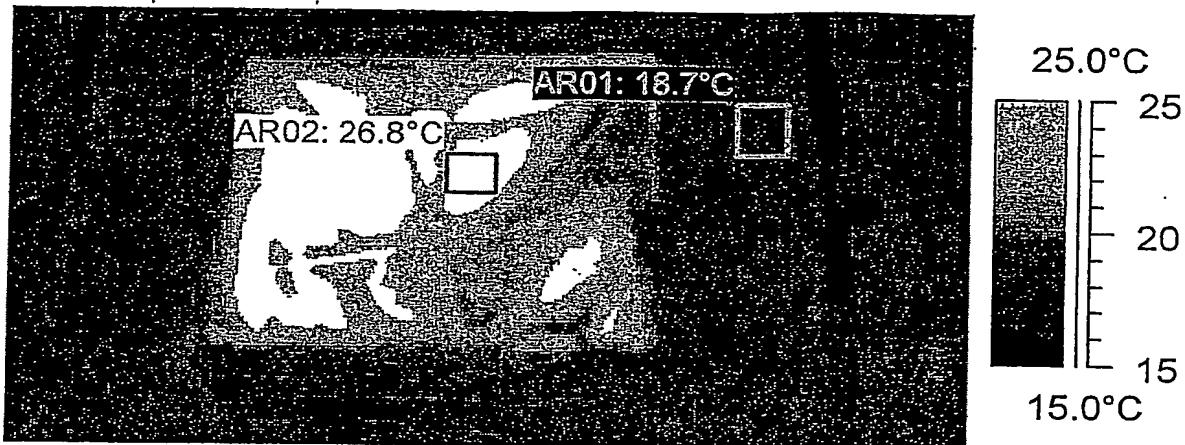
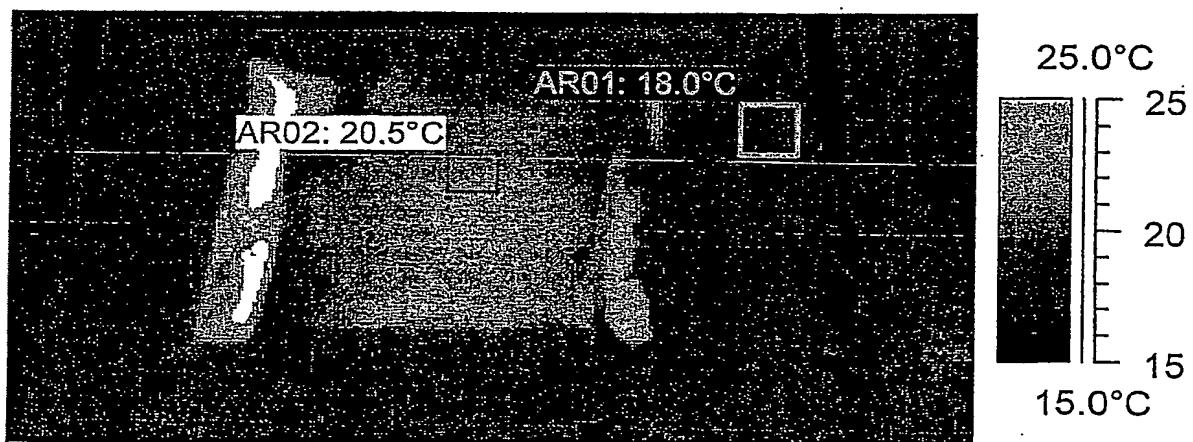


Fig. 14



BEST AVAILABLE COPY